

ゲームの要素を導入した排出権取引市場のモデル化



文京学院大学 外国語学部
准教授 仲田 知弘

助成研究 A1 (2 年間)

1. 背景と目的

近年、温室効果ガスによる地球温暖化が問題となり、2005 年から欧州連合が温室効果ガスの排出権取引市場を開設している。この取引市場は、各国が定めた温室効果ガスの削減目標を達成させるため、環境問題に経済学的な視点を導入した手法である。しかし、温室効果ガスの排出権の価格は、様々な要因によって頻繁に取引されることなく低い価格で長年推移してきた。パリ協定締結後には、排出権の価格が急な上昇となっているが、地球全体の平均温度は下がっていないと報告されている。

その中で、温室効果ガスによる排出権取引に関する研究は、実験経済学やマルチエージェントシステムを用いた研究等があり、入札の意思決定や価格変動等の分析を行っている。また、排出権取引に関する価格の決定方法や取引相手の決定方法等に着眼した制度設計の研究も行われている。これまでの多くの研究が環境問題に経済学的手法を導入してきた研究で有り、“ゲーム要素”を導入した研究が行われていない。

そこで、本研究では、地球の温室効果ガスを削減するため、ゲームの要素を導入した排出権取引市場のモデルを提案し、プロトタイプを製作し検証する。ゲーム要素とは、多くのゲームで用いられているライフポイントやヒットポイント等のポイント制度を導入することである。

2. 実験環境

本研究は、研究助成期間と新型コロナウイルスの期間が重なったため、図 1 のように新型コロナウイルスの影響を踏まえたサーバクライアントシステムによるシステム構成した。本研究はこのシステム構成にすることで、新型コロナウイルスの 3 蜜を回避し、参加者の意向に対応した実験が可能になった。なお、サーバ側では、排出権取引市場の売り価格の提示や売買の成立・不成立の判定処理等を行い、クライアント側では、温室効果ガスの削減や取引市場への入札を体験できる Web 画面を作成した。

温室効果ガスの排出権取引市場は、各企業や各国の温室効果ガスの削減目標や保有量の設定、売り手と買い手の割合によって影響がある。売り手と買い手によって売買されるダブルオークション

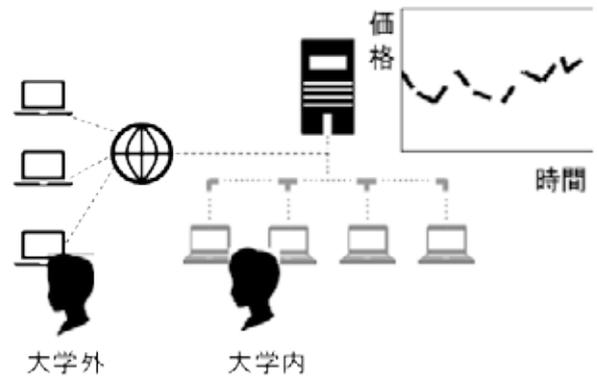


図 1 排出権取引市場のシステム構成

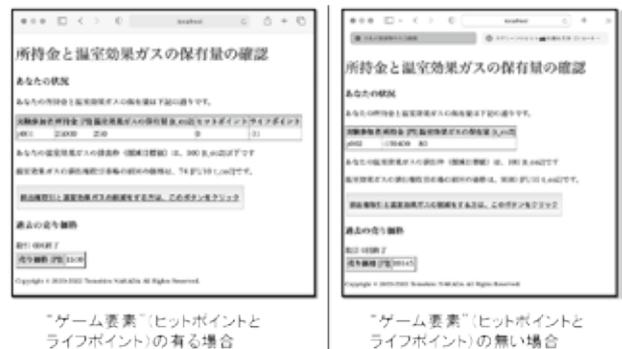


図 2 "ゲーム要素"の有る場合と無い場合のクライアント画面

は、株式取引や証券取引等の金融市場の分析で多く議論されているが、売り手と買い手の双方にある一定以上の人札者がいないと、取引の成立ができない仕組みである。しかし、売り手と買い手がバランス良く一定以上の人札者を維持することは、人間(被験者)を用いたシミュレーション研究では難しい。そこで、本研究では、買い手側に実験参加者(人間)にするため、コンピュータが提示する売り価格のモデルを提案した。

クライアント側の端末には、次の 3 つの行動選択が選べるようにした。行動選択は、①コストをかけて温室効果ガスを削減する、②排出権取引で排出権の購入希望価格を入札する、③温室効果ガスの削減も排出権の購入もしない(“何もしない”)、の選択である。また、ゲームの要素であるポイント制度を導入するため、

ヒットポイントとライフポイントを設定した。本研究のヒットポイントとは、排出権取引市場で売り価格よりも買い価格が高く取引ができた時にポイントを付与し、ゲーム終了後に所持金に変換し勝敗を左右する要素とした。ライフポイントは、“何もしない”を選択すると減る仕組みにし、0になった時点でゲームオーバーとした。図2の左側(実験2の確認画面)には、ヒットポイントとライフポイントが確認できる項目があり、右側(実験1の確認画面)にはヒットポイントとライフポイントは表示されない。

本研究では、買い手と売り手は相手の価格を知らない状況で人札価格を提示することとする。また、実験1回につき、11回の取引が体験できるように設定し、買い手(人間)が過去の売り価格を参考情報として見れるように設定した。

3. 実験結果

本研究では、ヒットポイントとライフポイントの無い場合(実験1)と有る場合(実験2)の被験者実験を行い、アンケート調査を実施した。実験に参加して頂いた方は、第一工科大学や青山学院大学、東京大学や電気通信大学の大学教員と学生の22名である。アンケート結果は以下の通りである。

- ヒットポイントが有ること(実験2)によって排出権取引市場における排出権の購入の動機に繋がったか。
はい:13名、いいえ:6名、わからない:3名
- ライフポイントが有ること(実験2)によって排出権取引市場における排出権の購入等の動機に繋がったか。
はい:14名、いいえ:4名、わからない:4名
- 排出権の買い価格は、実験1(“ゲーム要素”無し)よりも実験2(“ゲーム要素”有り)が高くなったか。
はい(実験2が高い):14名、実験1が高い:3名、同じ価格設定:5名
- 温室効果ガスを減らすとしたら、実験1と実験2のどちらが有効と思うか。
実験1:1名、実験2:14名、どちらも効果がある:5名、どちらも効果ない:2名

本研究では、“ゲーム要素”としてヒットポイントとライフポイントを設定し、排出権の購入の動機になるかを確認したところ、約6割の参加者が動機に繋がったと回答した。また、買い価格の設定は、“ゲーム要素”によって約6割の参加者が高くなったと回答した。さらに、個人の参加者が排出権市場に参加するとしたら、どのような仕組みがあると温室効果ガスを減らすかを調査した。その結果は、個人で排出権取引市場に参加するなら、“ゲーム要素”を参加者の6割の方が支持する一方で、どちらも効果がないと回答する参加者もいた。

4. まとめ

本研究では、地球の温室効果ガスを削減するため、サーバクラウドシステムを用いたゲームの要素を導入した排出権取引市場を提案した。このシステムを用いて、“ゲーム要素”の有無によるアンケート調査を行った。その結果、“ゲームの要素”のヒットポイントやライフポイントを導入し、被験者実験を行った所、排出権取引市場で排出権を買うためにヒットポイントやライフポイントが無い場合(実験1)に比べ、有る場合(実験2)の方が、排出権の購入動機と高い価格を設定する回答が多かった。この結果は、購入動機へのアプローチとして良い点であるが、ギャンブル性の意味も含んでいると考えられる。また、温室効果ガスの削減に繋がるかの回答に関しては、6割の参加者から“ゲーム要素”を取り入れた排出権取引市場の支持する一方で、排出権取引市場では削減にならないとの回答もあった。

本研究では、“ゲーム要素”を取り入れた排出権取引市場を提案し、被験者実験で“ゲーム要素”の可能性を示した。本研究では、下記の学会発表や国際会議の発表論文にて、これからの研究成果を発表した。

発表論文

- 仲田知弘, 山田哲男, 地球温暖化対策における設備代替と排出権取引市場システムに関する一考察, 日本設備管理学会 令和2年度春季研究発表大会, pp.1-2(C-3.4), 2020.
- 仲田知弘, 排出権取引市場における売り価格のモデル, 電子情報通信学会 2021年総合大会, p.161(D-17-1), 2021.
- Tomohiro Nakada, Discovering the value of electronic gaming for comprehending the carbon emissions allowance trading market, The 15Th IEEE International Conference Application of Information and Communication Technologies (AICT), Virtual Conference, pp.1-5, 2021.
- 仲田知弘, ゲームの要素を導入した排出権取引市場のモデル化, 電子情報通信学会 2022年総合大会, p.119(D-17-5), 2022.

謝辞:本研究は、中山隼雄科学技術文化財団の研究助成を受けたものである。また、本研究では、排出権取引市場における“ゲーム要素”の影響を確認するために、実験に参加してくれた各大学の教員や学生(東京大学、電気通信大学、青山学院大学、第一工科大学)に感謝いたします。